

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК И РИСКОВ ПО SR-90 В ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ С 1994 ПО 2015 ГОДЫ

Подготовил студент 5 курса медико-профилактического факультета

Сосновский Алексей Витальевич

Научный руководитель: кандидат медицинских наук, доцент

Аветисов Арам Рубенович

Актуальность

По общепринятому мнению с 1945 года наступила новая эра в развитии человека – «Атомный век».

Такие трагедии, как Чернобыльская и Фукусимская заставляют нас, учёных, с осторожностью смотреть в будущее и задаваться вопросами корректного планирования последствий использования ядерной энергии.



U.S. Atomic Energy Commission chairman, David Lilienthal

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

- Оценка возможностей прогнозирования дозовых нагрузок и рисков для здоровья населения по нуклиду Sr-90 на примере Гомельской Области Республики Беларусь

ЗАДАЧИ

- Расчёт доз и рисков по Sr-90 на 2015 год по данным измерений за 1994 и 2014 годы.
- Сравнение реальных и расчётных данных.
- Поиск параметров моделирования, влияющих на результаты прогнозирования.
- Прогноз и оценка дозовых нагрузок и рисков на 2025 год по данным измерений за 1994 и 2014 годы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

- Данные ГУ «ГИДРОМЕТ» о загрязнении Sr-90 991 населённого пункта Гомельской области за 1994 и 2014 годы
- Радиоэкологическое моделирование проведено с помощью программы Resrad-Onsite v.7.2 (США)
- Статистическая обработка данных проводилась с помощью программного пакета Statsoft Statistica v.10
- Картирование результатов сделано с помощью программы Golden Software Surfer v.13

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для расчетов использованы следующие параметры моделирования:

- - площадь загрязнения (150000 м² для деревни);
- - плотность почвы загрязненного слоя (1,35 г/см³);
- - потребление овощей и картофеля (163 кг/год);
- - потребление молочных продуктов (260 кг/год);
- - потребление мяса (91 кг/год) [1].
- Расчеты проведены для глубин залегания 0.2, 1, 1.5 и 2 метра
- Всего произведено 71424 вычислительных операций.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПО SR-90 С 1994 НА 2015 ГОД

- Проведено моделирование загрязнения территории по Sr-90 на 2014 год по данным 1994 года и сравнение результатов моделирования с реальными измерениями 2014 года.
- Расчёты и измерения существенно отличались.

ПОИСК ПАРАМЕТРА, ВЛИЯЮЩЕГО НА РЕЗУЛЬТАТЫ

- Главный параметр, существенно влияющий на расчеты - глубина залегания нуклида. Известно, что Sr-90 может обнаруживаться на глубине не менее 90 см [2]. В связи с этим было решено произвести расчёты дозовых нагрузок с 1994 на 2015 год при различных настройках параметра глубины залегания.

СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

- Наименьшее отклонение расчетных и реальных значений показано при параметре глубины залегания 1,5 метра.

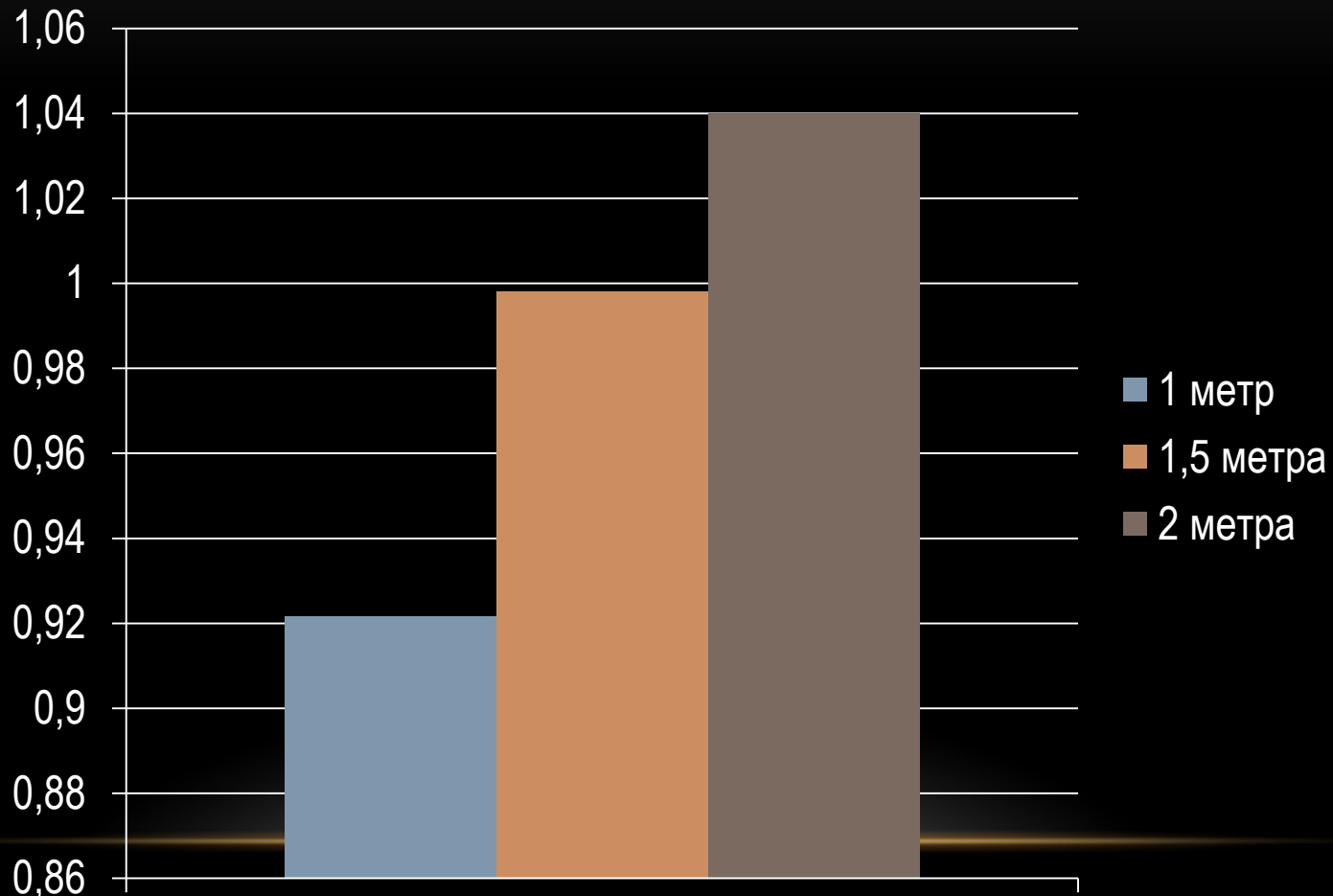


Рис. 1 Отклонения расчётных значений от реальных для различных глубин залегания

ОПИСАТЕЛЬНАЯ СТАТИСТИКА

Variable	Descriptive Statistics (Гомель.sta)									
	Valid N	Mean	Median	Minimum	Maximum	Percentile 10.00000	Percentile 90.00000	Std.Dev.	Confidence SD -95.000%	Confidence SD +95.000%
R94	992	1.293806	0.851000	0.037000	9.731000	0.222000	2.997000	1.319910	1.264276	1.380703
R14	992	0.672742	0.454177	0.032037	5.497978	0.132491	1.501601	0.664840	0.636817	0.695461
R94/14	992	1.893409	1.815191	0.107879	7.863215	1.597009	2.258910	0.529521	0.507202	0.553910
C94-15	992	0.657384	0.432394	0.018800	4.944327	0.112798	1.522777	0.670647	0.642380	0.701536
C14-15	992	0.648357	0.437714	0.030876	5.298695	0.127689	1.447173	0.640742	0.613735	0.670253
C15(94/14)	992	0.998225	0.956987	0.056875	4.145567	0.841960	1.190920	0.279169	0.267402	0.292027
Sum94-15	992	0.032914	0.021649	0.000941	0.247551	0.005648	0.076242	0.033578	0.032162	0.035124
Sum14-15	992	0.032462	0.021915	0.001546	0.265294	0.006393	0.072457	0.032080	0.030728	0.033558
15(94_14)	992	0.032914	0.021649	0.000941	0.247551	0.005648	0.076242	0.033578	0.032162	0.035124

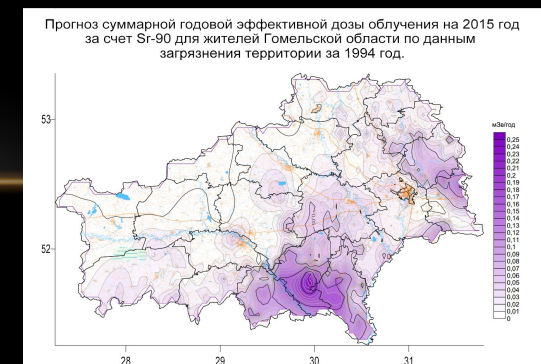
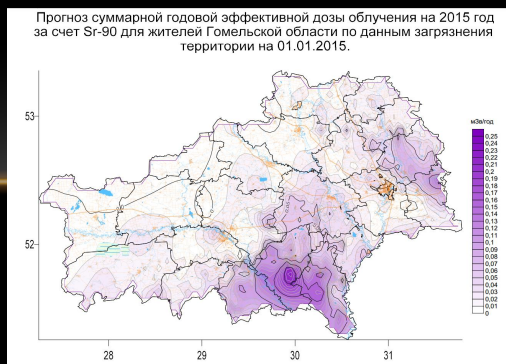
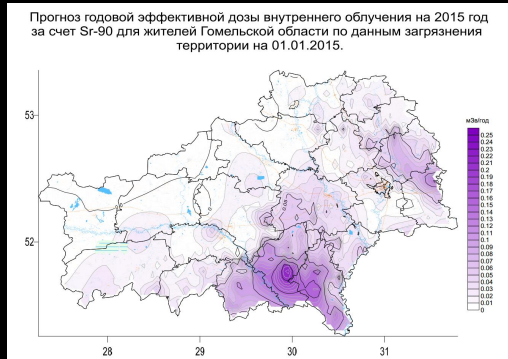
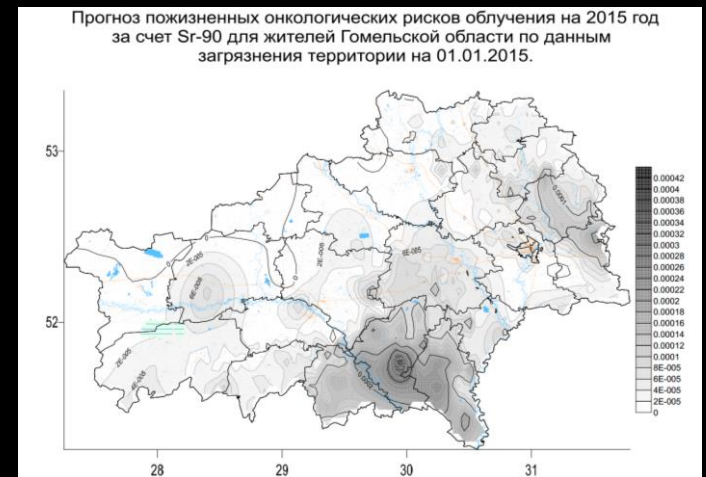
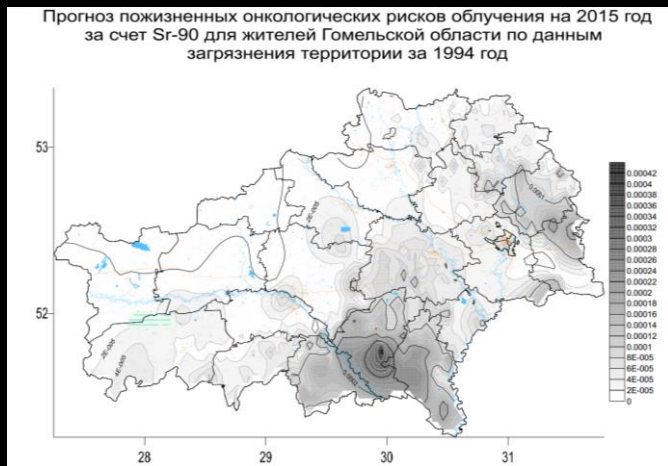
Тест Колмогорова на нормальность распределения:

Показатель	N	Дэкср	Дкрит	p
Real_1994	991	0.176	0.052	<0.01
Real_2014	991	0.171	0.052	<0.01
R94/R14	991	0.23	0.052	<0.01
C94-15	991	0.176	0.052	<0.01
C14-15	991	0.171	0.052	<0.01
C94/15	991	0.23	0.052	<0.01

Все изменения не подчиняются нормальному распределению

КАРТИРОВАНИЕ ДАННЫХ

- На следующем этапе проведено картирование полученных результатов



Прогноз суммарной годовой эффективной дозы облучения на 2015 год
за счет Sr-90 для жителей Гомельской области по данным
загрязнения территории за 1994 год.

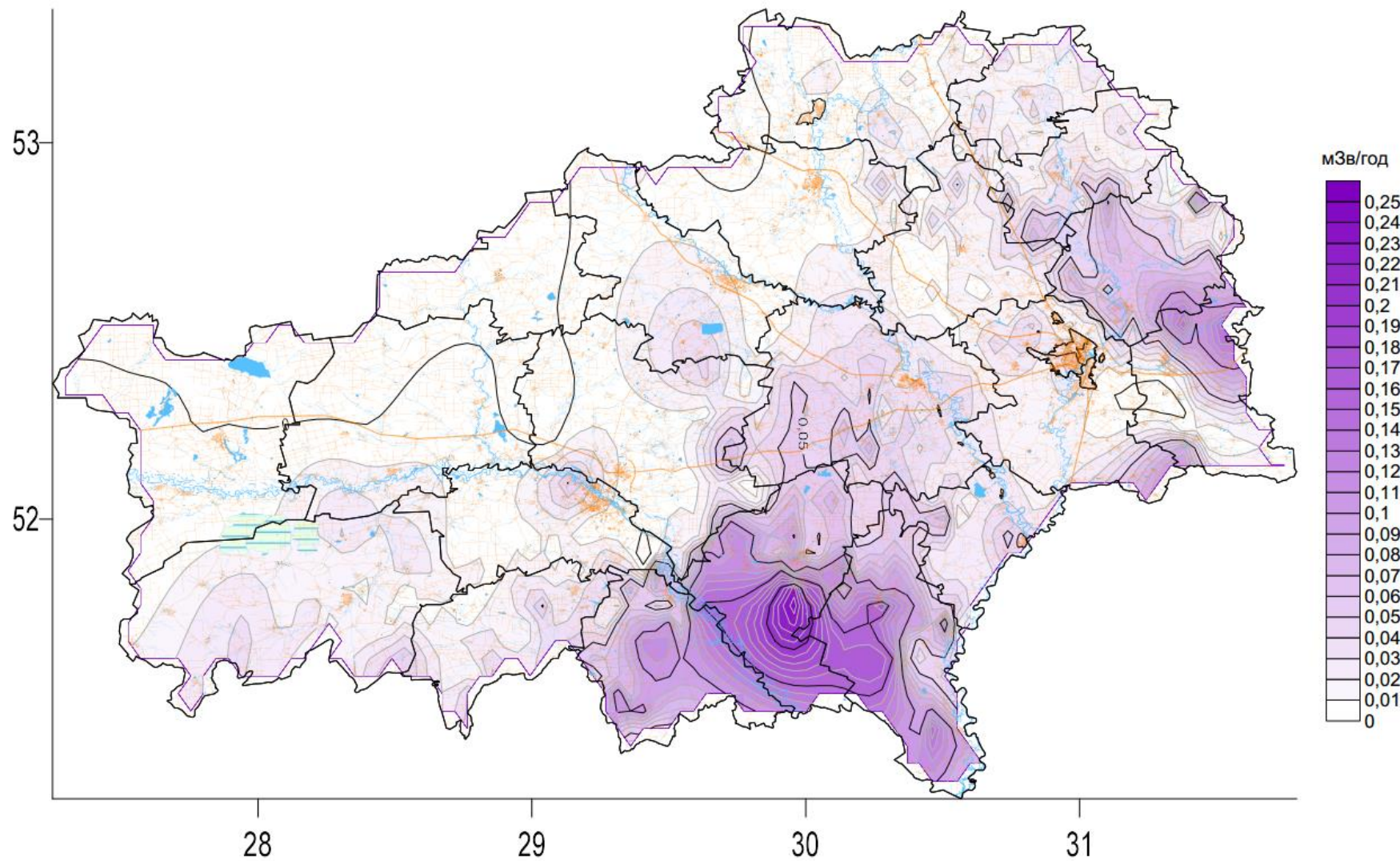


Рис. 2 Прогноз суммарной годовой эффективной дозы с 1994 на 2015 год

Прогноз суммарной годовой эффективной дозы облучения на 2015 год за счет Sr-90 для жителей Гомельской области по данным загрязнения территории на 01.01.2015.

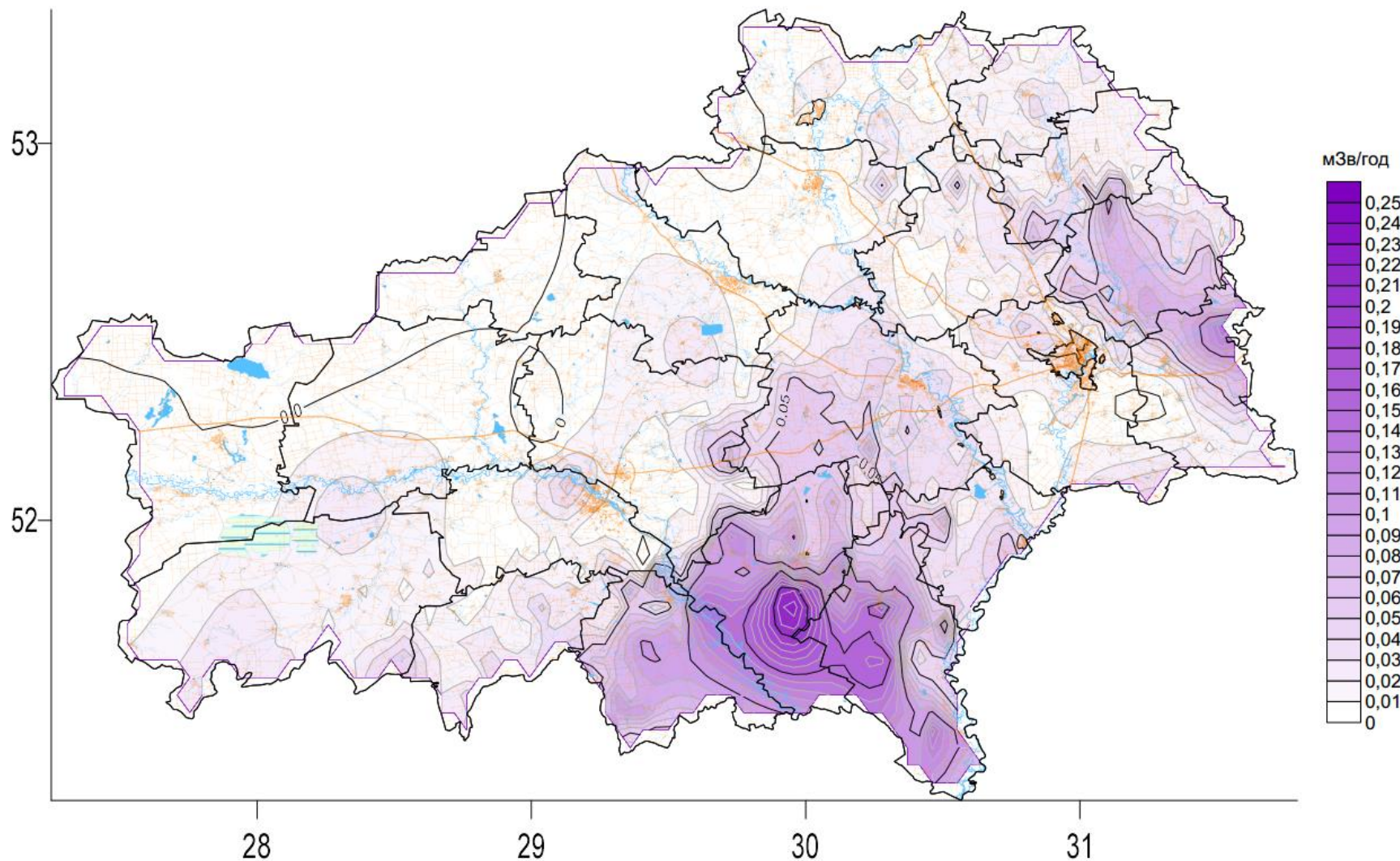


Рис. 3 Прогноз суммарной годовой эффективной дозы с 2014 на 2015 год

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО АДЕКВАТНОСТИ РАБОТЫ ПРОГРАММЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЭКСТРАПОЛЯЦИИ

T-тест (сравнение суммарных доз 2015 года при расчёте с 1994 и 2014 годов)

Variable	Mean 1	Mean 2	t-value	df	p
15(94&14)	0,032444	0,032944	-0,338602	1980	0,734945

Spearman Rank Order Correlations (Гомель.sta) p <,01000

	N	R	T	p
Sum94-15 & 14-15	991	0,966213	117,8903	<0.01

Вывод: высокая ($R > 0.7$) достоверная ($p < 0.01$) корреляция

Прогноз пожизненных онкологических рисков облучения на 2015 год
за счет Sr-90 для жителей Гомельской области по данным
загрязнения территории за 1994 год

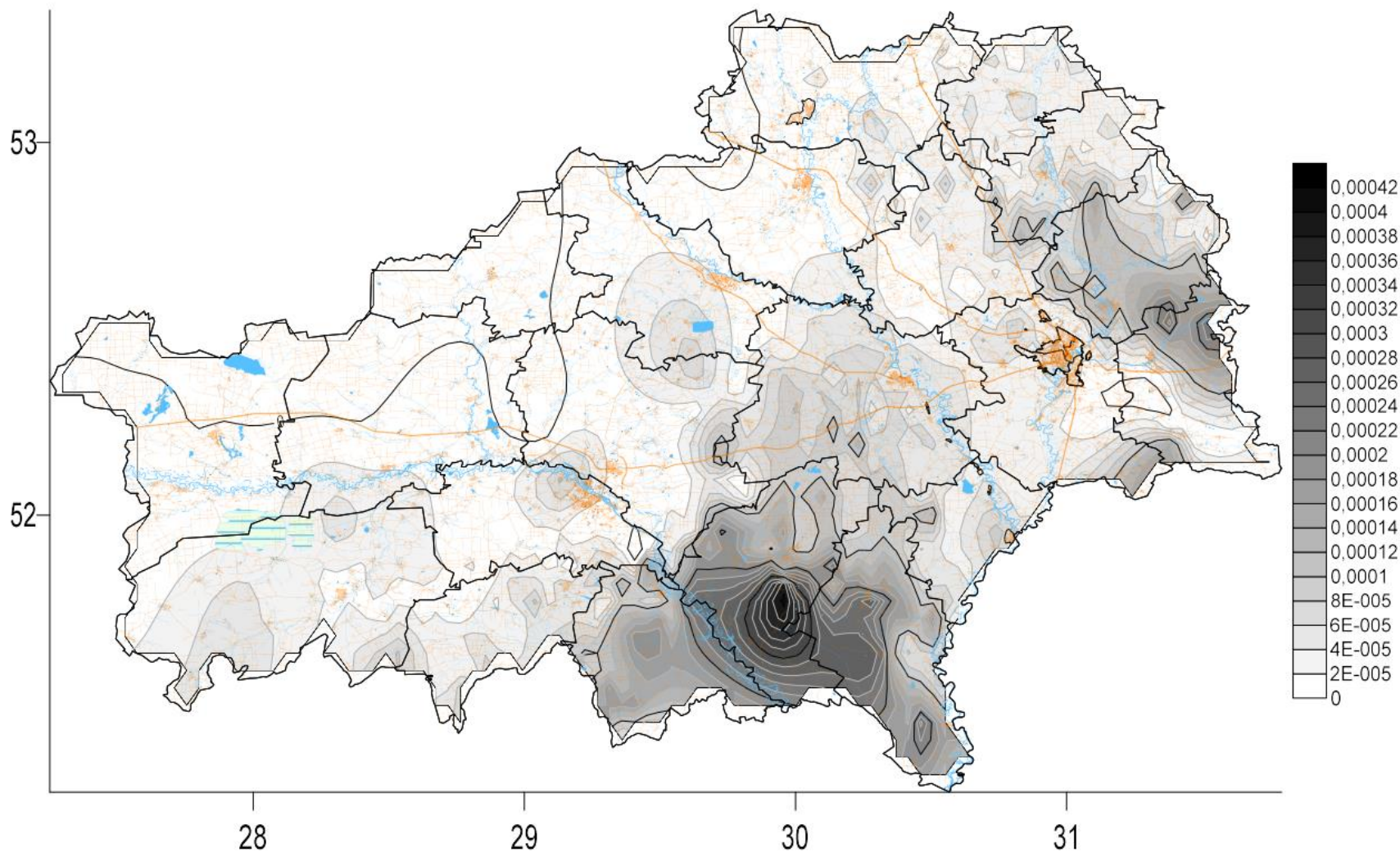


Рис. 4 Прогноз пожизненных онкологических рисков с 1994 на 2015 год

Прогноз пожизненных онкологических рисков облучения на 2015 год
за счет Sr-90 для жителей Гомельской области по данным
загрязнения территории на 01.01.2015.

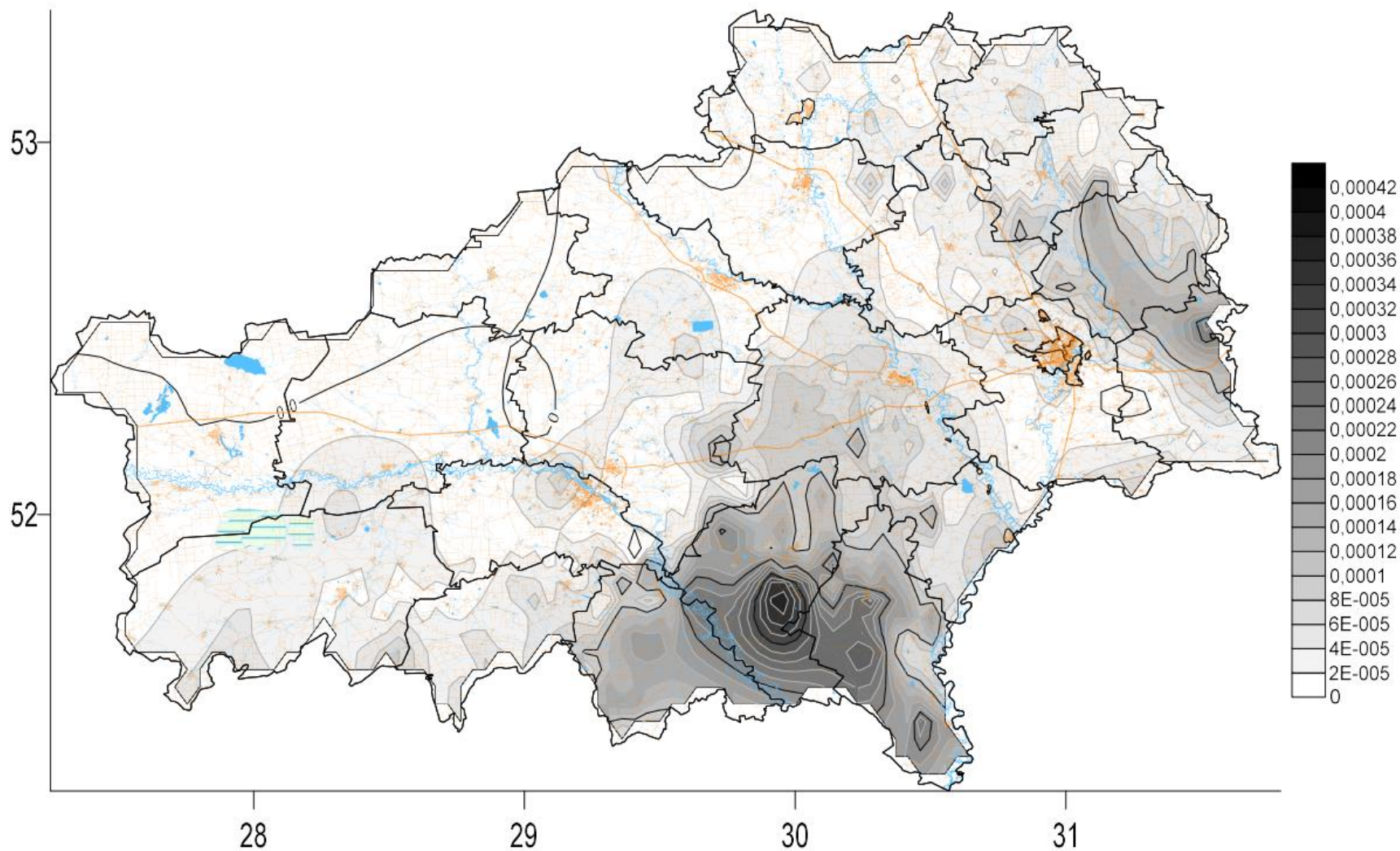


Рис. 5 Прогноз пожизненных онкологических рисков с 2014 на 2015 год

Прогноз суммарной годовой эффективной дозы облучения на 2025 год за счет Sr-90 для жителей Гомельской области по данным загрязнения территории на 01.01.2015.

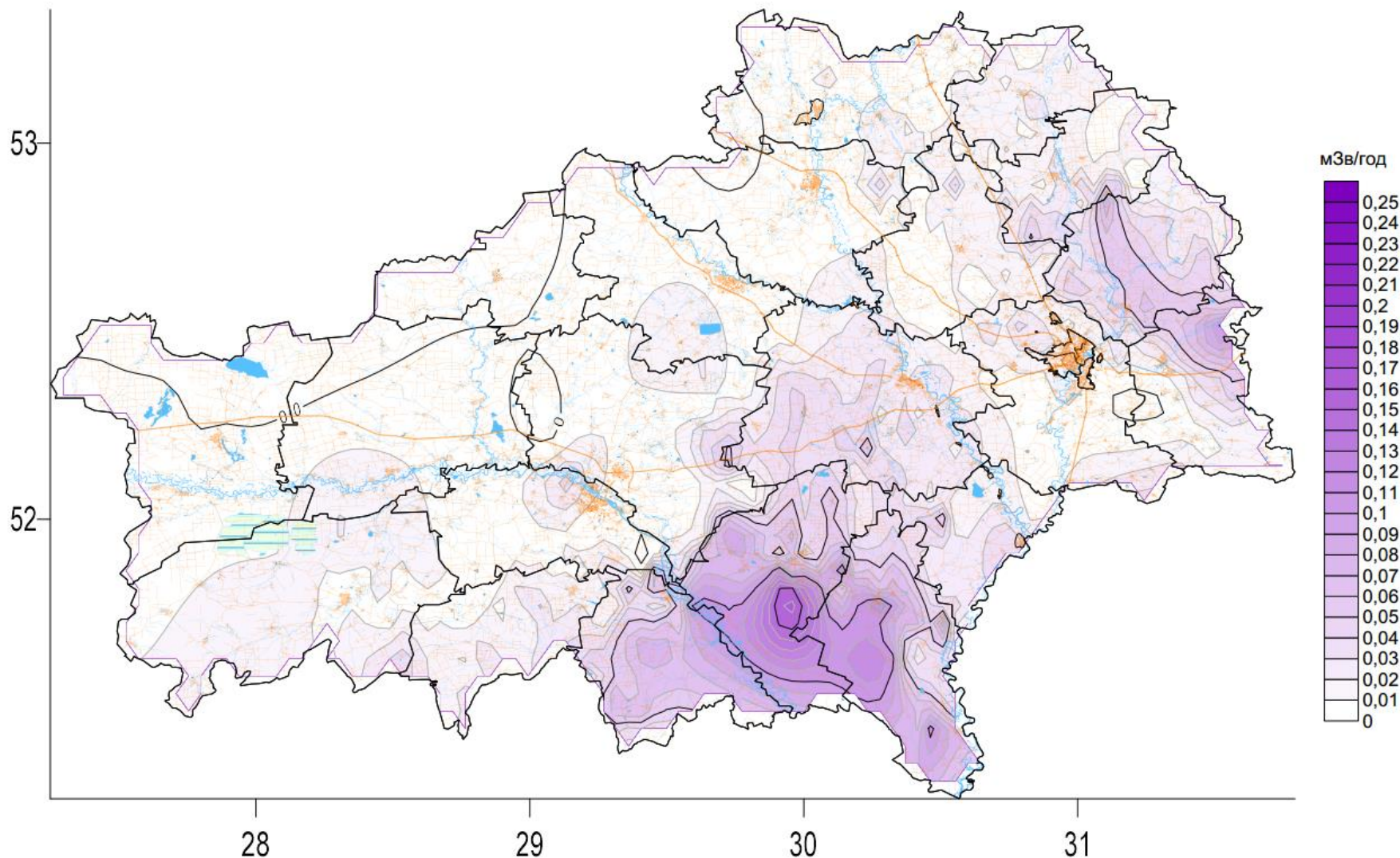


Рис. 6 Прогноз суммарной годовой эффективной дозы с 2014 на 2025 год

Прогноз суммарной годовой эффективной дозы облучения на 2025 год за счет Sr-90 для жителей Гомельской области по данным загрязнения территории за 1994 год.

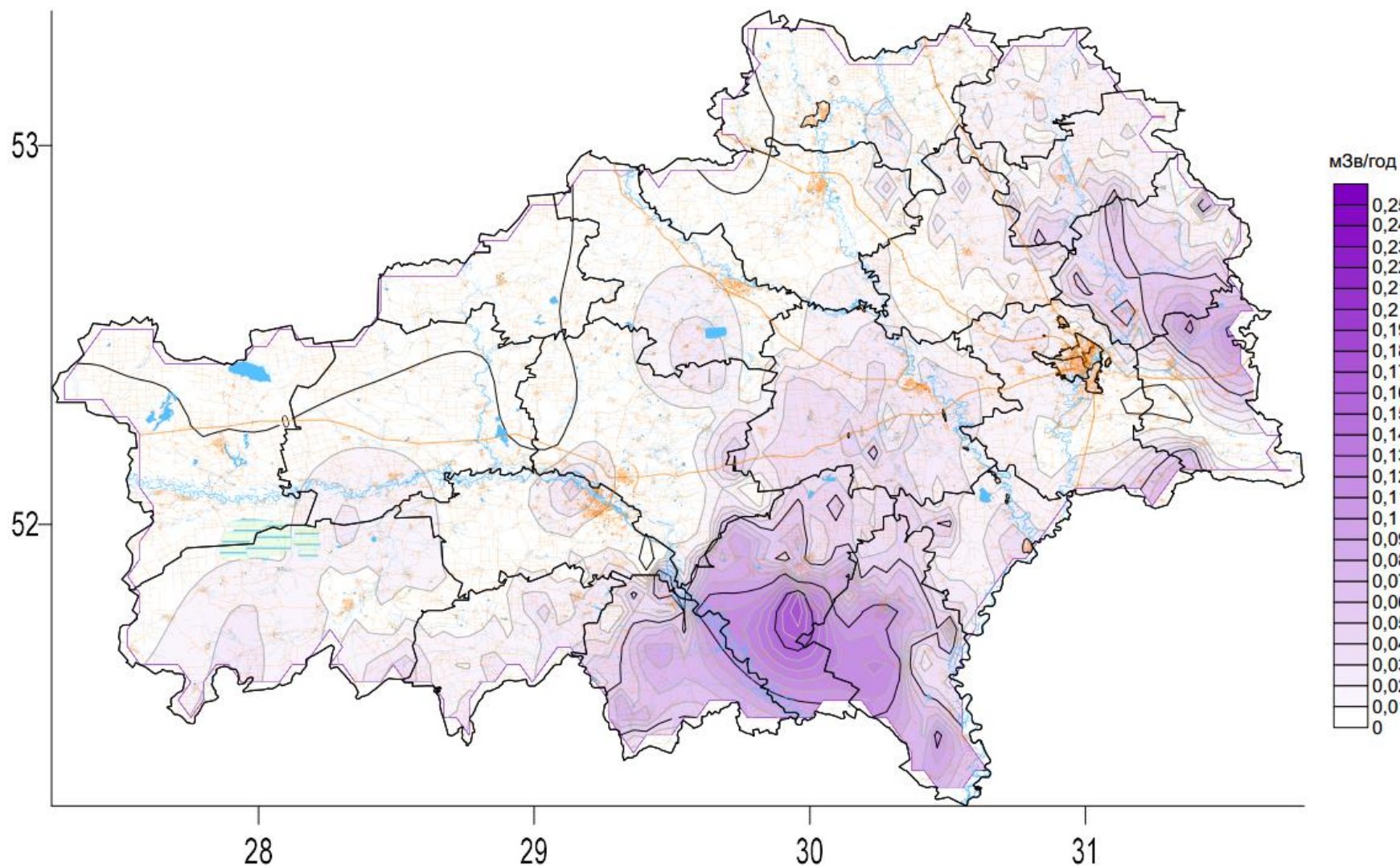


Рис. 7 Прогноз суммарной годовой эффективной дозы с 1994 на 2025 год

Прогноз пожизненных онкологических рисков облучения на 2025 год
за счет Sr-90 для жителей Гомельской области по данным
загрязнения территории на 01.01.2015.

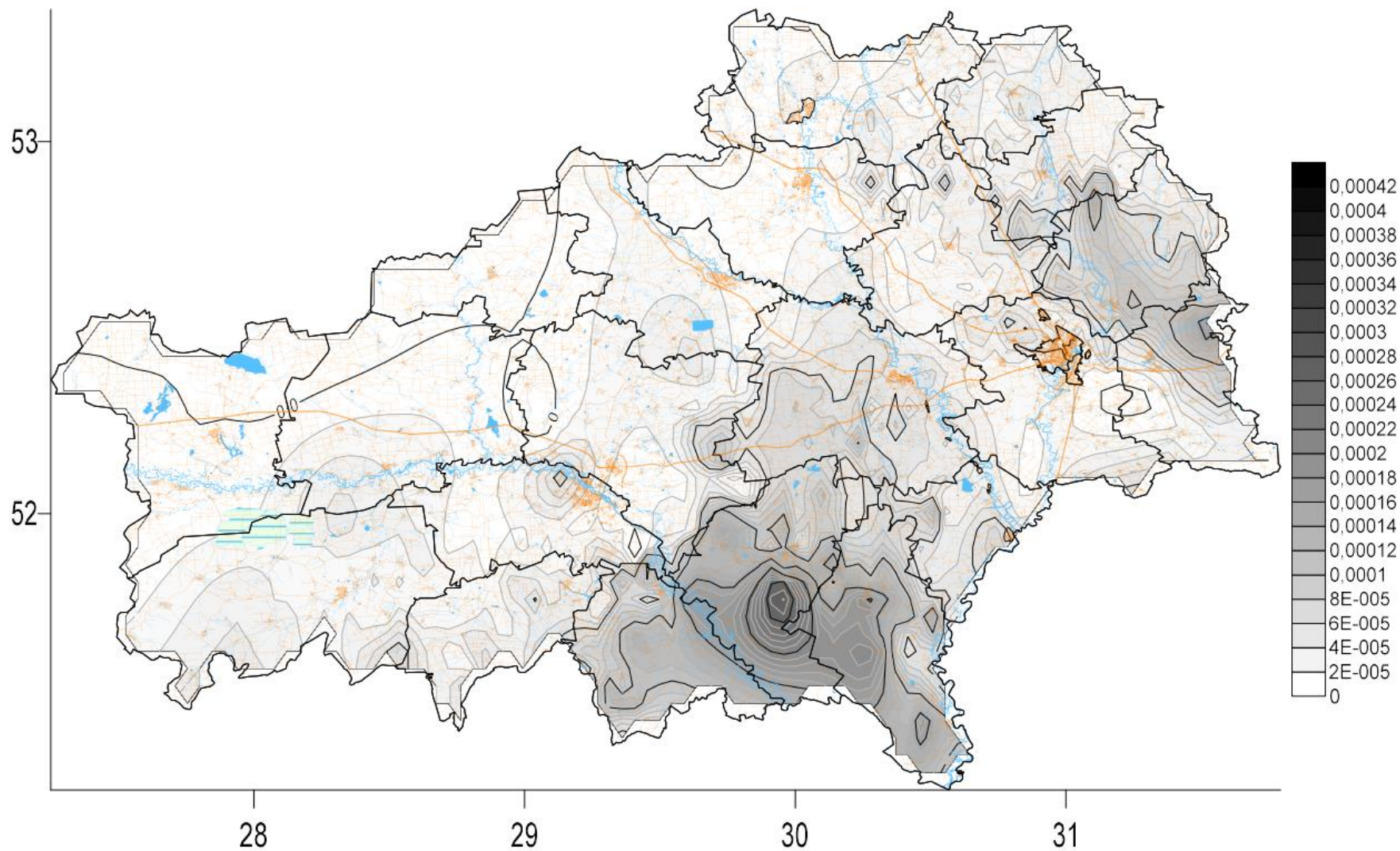


Рис. 8 Прогноз пожизненных онкологических рисков с 2014 на 2025 год

Прогноз пожизненных онкологических рисков облучения на 2025 год
за счет Sr-90 для жителей Гомельской области по данным
загрязнения территории на 1994 год

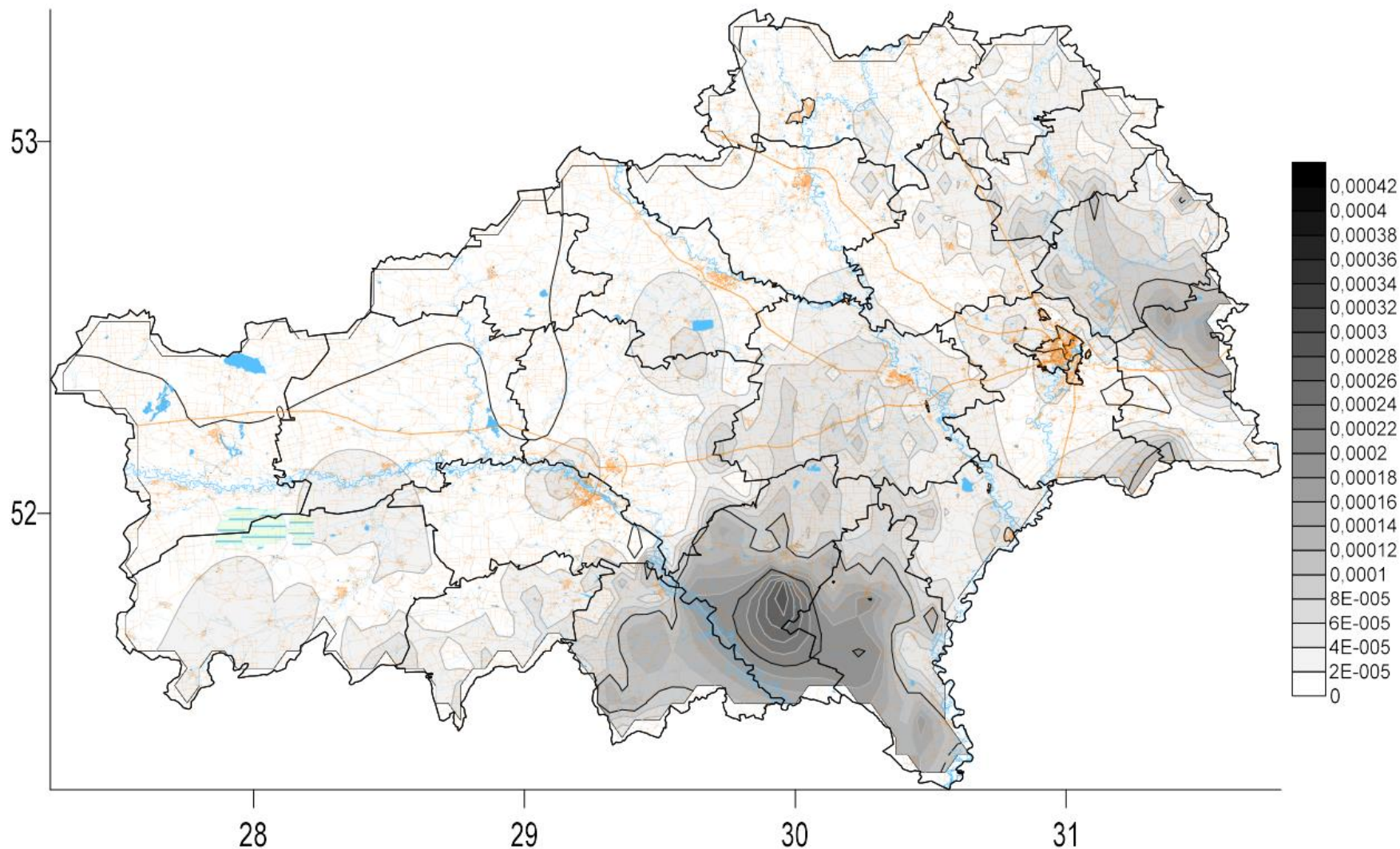
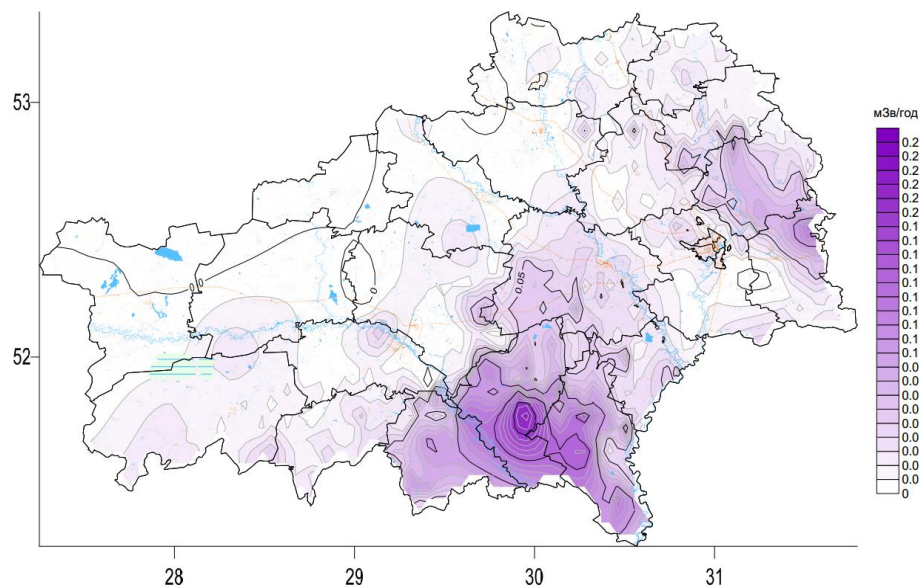


Рис. 9 Прогноз пожизненных онкологических рисков с 1994 на 2025 год

Прогноз годовой эффективной дозы внутреннего облучения на 2015 год за счет Sr-90 для жителей Гомельской области по данным загрязнения территории на 01.01.2015.



Прогноз суммарной годовой эффективной дозы облучения на 2015 год за счет Sr-90 для жителей Гомельской области по данным загрязнения территории на 01.01.2015.

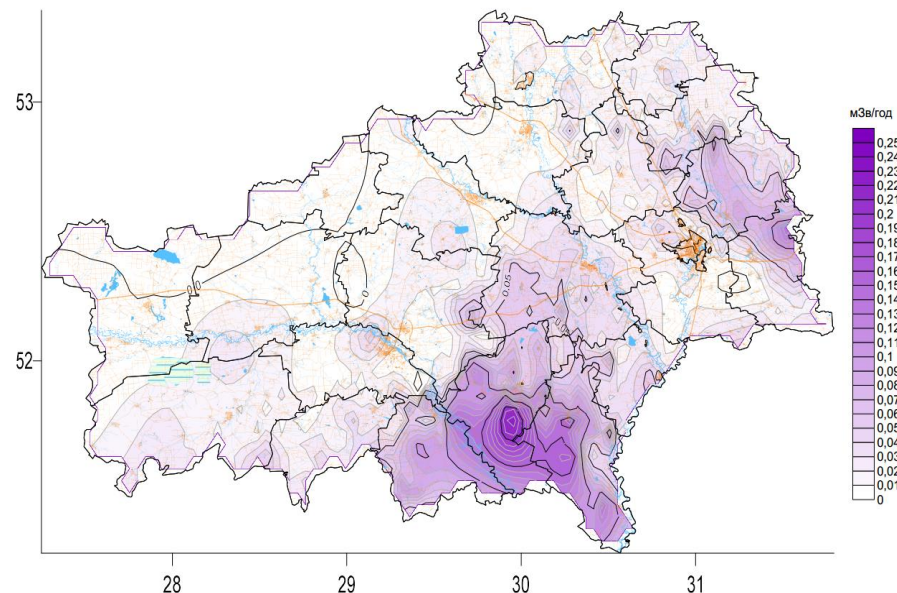
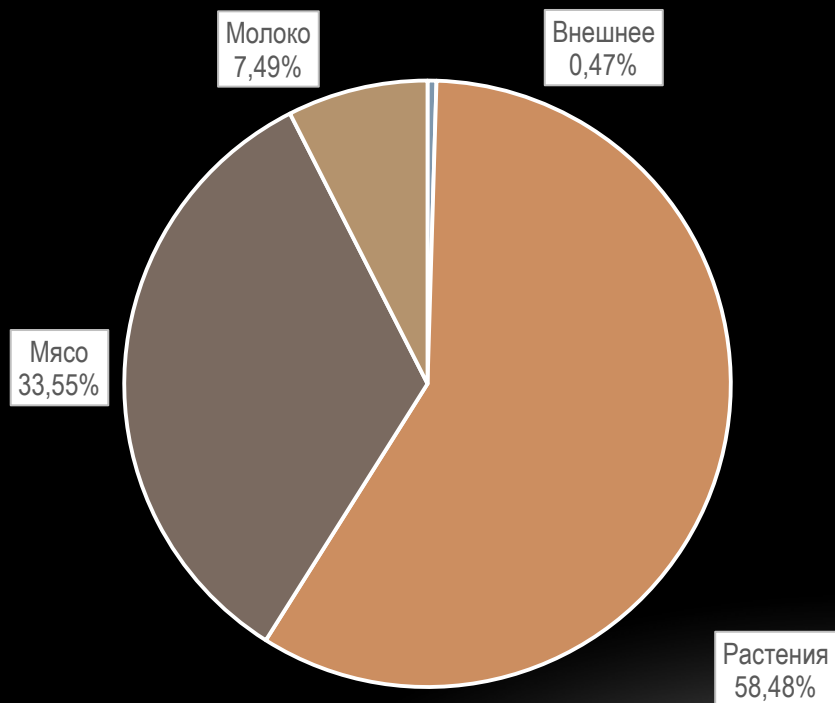


Рис. 10 Сравнение прогноза с учётом суммарной дозы облучения с прогнозом при пересчёте лишь на внутреннюю дозу.

СТРУКТУРА ДОЗОВОЙ НАГРУЗКИ ПО SR И CS

Структура дозы облучения по Sr-90



Структура дозы облучения по Cs-137 [3]

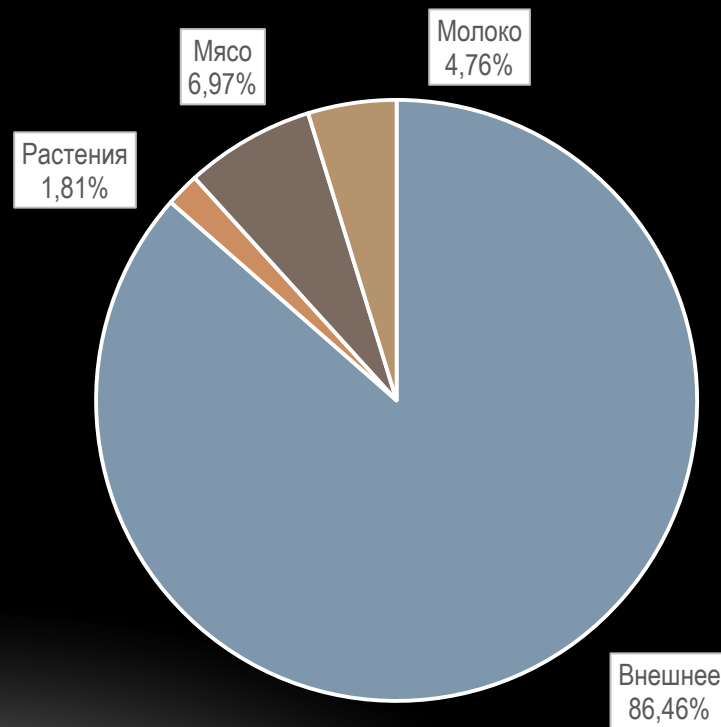


Рис. 11 Структура дозовой нагрузки по Sr-90 и Cs-137

ВЫВОДЫ

- Для корректного моделирования радиоэкологической ситуации необходимо учитывать большую, чем в пахотном слое, глубину залегания Sr-90.
- Результаты моделирования загрязнения территории, дозовых нагрузок и рисков облучения достоверно и значимо сопоставимы с реальными измерениями.
- Дозовые нагрузки и риски облучения Sr-90 более, чем на 99% процентов определяется внутренним облучением.

ИСТОЧНИКИ

1. Аграрная экономика, №10(221)-2013, с.6.
2. Лукин, С.В. Результаты радиоэкологического мониторинга агроэкосистем Белгородской области / С. В. Лукин, Р. М. Хижняк // Научные ведомости БелГУ. Сер. Естественные науки. - 2012. - №21(140), вып.21.-С. 154-159. - Библиогр.: с. 158-159.
3. **А. Н. Стожаров, М. Г. Герменчук, А. Р. Аветисов, О. М. Жукова Анализ формирования годовой эффективной дозы облучения за счет выпадений техногенных радионуклидов на территории Островецкого района Гродненской области. Медицинский журнал, №1 2016 стр 140-143.**